

Zakład Technik Uprawy Roli i Nawożenia IUNG  
ul. Łąkowa 2, 55-230 Jelcz-Laskowice, Poland

Borys Hryńczuk, Ryszard Weber

**Wpływ sposobu uprawy roli na intensywność przemian  
mikrobiologicznych w glebie i plonowanie roślin**

---

The influence of the mode of tillage on the intensity of microbiological changes in soil  
and the yielding of crops

ABSTRACT. Acceptance of direct surcharges for Polish agriculture after joining the European Union has increased the interest of farmers in cultivation of abandoned lands, whose area is assessed at about 1.8 million hectares. The research aimed at determining proper tillage techniques with regard to the criteria of equalized agriculture. The size of cellulolytic bacteria, respiration of soil and yielding of crops are presented when using in the first year direct sowing, ameliorative terracing ploughing, traditional ploughing and ploughing with a plough and skim coulter, and in the second year solely traditional ploughing and direct sowing. Ameliorative ploughing used on a fallow was found to have exerted a restrictive influence on the development of cellulolytic bacteria, respiration of soil and yielding of crops in both the first and second years of cultivation. Direct sowing applied in the second year of cultivation did not bring about any changes in the size of cellulolytic bacteria or respiration of soil as compared with plough tillage. The use of plough with a skim coulter in cultivation of a fallow, as compared with plain ploughing and direct sowing, was found to have restricted the development of cellulolytic bacteria, while in the first year the respiration of soil was the highest. Plough tillage appeared to exert a more favourable influence on soil respiration in the second year. The yields obtained in the experiments point out that direct sowing can be applied for bringing abandoned land into cultivation, profitable effects being attained with growing oats in the first year.

KEY WORDS: cellulolytic bacteria, soil respiration, fallow, soil cultivation, yield

Przyjęcie zasady dopłat bezpośrednich w polskim rolnictwie wraz z wejściem do Unii Europejskiej w dużym stopniu zwiększyło zainteresowanie możliwością

uprawy ziem odłogowanych, których areal ocenia się na około 1,8 ml ha. Zróżnicowanie regionalne w arealach gruntów odłogowanych w większym stopniu związane jest z uwarunkowaniami polityczno-ekonomicznymi (upadek PGR) i socjologicznymi (starzenie się wsi) niż z ich waloryzacją rolniczą [Krasowicz, Filipiak 1998]. Można przypuszczać, że do rolniczego użytkowania najszybciej przywracane będą ziemie po dawnych państwowych gospodarstwach rolnych, gdzie znajdują się większe pola o lepszej waloryzacji rolniczej [Marks i in. 2000]. Zakładano, że w 2003 roku około 30% odłogowanych gruntów zostanie przywróconych do uprawy, co daje w przeliczeniu areal o powierzchni 550 tys. ha. Ponowne włączenie do uprawy wieloletnich odłogów wymaga odmiennego podejścia niż przy zagospodarowaniu „nowin” czy też rekultywacji gruntów zdegradowanych przez przemysł wydobywczy [Bender 1995; Rola 1995]. Nagromadzenie się diaspor chwastów w wielokrotnie większych ilościach aniżeli na polu uprawnym [Rola, Rola 1998; Stupnicka-Rodzinkiewicz i in 1998], zmiana niektórych właściwości fizycznych i biologicznych gleby [Malicki, Podstawka-Chmielewska 1998] powodują, że włączenie odłogów do uprawy jest problemem bardziej złożonym i wymagającym dodatkowych badań z uwzględnieniem wymogów rolnictwa zrównoważonego [Zawiślak, Rychcik 2002]. W odróżnieniu od minionego okresu intensyfikacji produkcji, gdzie w rolniczej rekultywacji gleb kosztem dużych nakładów poszukiwano sposobów podniesienia ich produktywności [Sienkiewicz i in. 1984], obecnie w rolnictwie zrównoważonym dąży się do uzyskania korzystnych efektów środowiskowych, ograniczając intensywność uprawy [Skrzypczak i in. 1998].

Celem prezentowanych badań było wykazanie, jak różne techniki uprawowe zmieniają aktywność biologiczną gleby i plonowanie roślin po przywróceniu do rolniczego użytkowania wieloletniego odłogu.

#### METODY

Badania prowadzono od 2001 roku w Jelczu-Laskowicach na ponad 10-letnim odłogu, bez sukcesji w kierunku zakrzewień, porośniętym bylinami i roślinami jednorocznymi. Była to gleba płowa, wytworzona z piasku gliniastego mocnego o zawartości 0,95% C org. og. i odczynie kwaśnym – pH KCl – 4,6. Po nawiezieniu wapnem (4 t wapna tlenkowego-magnezowego 65%) całą powierzchnię przeznaczoną pod doświadczenie pocięto na krzyż ciężką broną talarzową. Zasobność gleby w P i K wg Egnera-Riehma była na średnim poziomie i wynosiła odpowiednio 48 i 141 mg kg<sup>-1</sup>. Niska natomiast była zawartość w glebie Mg, wynosząca 40 mg kg<sup>-1</sup>. W połowie września 2001 r, przy silnym odroście zachwaszczenia, pole opryskano roztworem glifosatu w postaci soli amonowej (2720 g 300 l<sup>-1</sup>). Przywrócenie odłogu do uprawy rozpoczęto czterema

sposobami: orką zwykłą, orką pługiem z przedpłużkiem, melioracyjną orką warstwową (pług z zapłużkiem umieszczającym 15 cm wierzchnią warstwę na głębokości 45 cm), siewem bezpośrednim w glebę nieuprawioną. Wiosną w 2002 roku zasiano owies odmiany Hetman i kukurydzę odmiany Bahia, które nawożono i uprawiano zgodnie z technologią przyjętą dla tych odmian. Jesienią 2002 roku na czterech sposobach uprawy, rozpoczynających rekultywację odłogu, stosowano już tylko orkę zwykłą lub siew bezpośredni. Obiekty z orka zwykłą I orką z przedpłużkiem, które w 2002 roku miały dwukrotnie większą powierzchnię niż obiekty pozostałe, w 2003 roku miały dwa warianty, orkę zwykłą i siew bezpośredni. Obiekt z siewem bezpośrednim pozostał bez zmian, a na orce warstwowej wykonano orkę zwykłą.

Po owsie zasiano pszenżyto ozime odmiany Pronto, a po kukurydzy owies odmiany Szakal, który uprawiano zgodnie z przyjętą technologią.

#### Schemat doświadczenia

	2002 rok	2003 rok
	1) siew bezpośredni	1) siew bezpośredni
	2) orka warstwową	2) orka zwykłą
	3) orka zwykłą	3) orka zwykłą
	4) orka zwykłą	4) siew bezpośredni
	5) orka pługiem z przedpłużkiem	5) orka zwykłą
	6) orka pługiem z przedpłużkiem	6) siew bezpośredni
Zmianowanie:	blok I 2002 r. – owies	2003 r. – pszenżyto ozime
	blok II 2002 r. – kukurydza	2003 r. – owies

Doświadczenie założono metodą „długich pasów w odbiciu lustrzanym”. Każdy z obiektów posiadał cztery powtórzenia. Powierzchnia poletka wynosiła 150 m<sup>2</sup>. Próby glebowe do oznaczeń mikrobiologicznych pobierano z warstwy ornej na głębokościach 0–10 cm i 10–25 cm spod zbóż w końcowej fazie krzewienia (29–31 w skali Zadoks), a spod kukurydzy w fazie 4–6 liści (13–16 w skali Zadoks).

Liczebność bakterii celulolitycznych oznaczano metodą płytkową poprzez posiew z rozcieńczeń zawiesiny glebowej na pożywkę skrobiowo-amonową wg Mc Beth. Zdolność respiracyjną gleby oznaczano w pięciu gramowych próbkach wzbogaconych glukozą, przy użyciu aparatu Warburga. Plony ziarna przeliczano dla założonej wilgotności 15%. Przedstawiane dane meteorologiczne pochodzą z Posterunku IMGW w Jelczu-Laskowicach.

W ocenie różnic między wartościami średnimi posłużono się analizą wariancji i testem Tukeya na poziomie istotności  $p=0,05$ .

## WYNIKI

Warunki meteorologiczne w przedstawianych sezonach wegetacyjnych różniły się między sobą (tab. 1). W roku 2002 przy dostatecznym zapasie wody po opadach jesienno-zimowych i korzystnym rozkładzie temperatur (wysokie w kwietniu i maju, a niższe w czerwcu) opady w kwietniu, maju i czerwcu były blisko dwukrotnie większe niż w 2003 roku. Układ tych parametrów w pierwszym sezonie zbliżony był do wartości określanych przez Klatę [Dzieżyc 1974] jako optymalne w uprawie owsa. Mniej korzystne w tym sezonie były warunki dla wzrostu kukurydzy, kiedy to szczególnie w lipcu, przy braku opadów, wystąpiło znaczne podwyższenie temperatury, co spowodowało objawy wędnięcia.

Tabela 1. Miesięczne sumy opadów i średnich temperatur dobowych  
Table 1. Monthly amounts of precipitation and daily accumulated temperature

Rok Year	Kwiecień April	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	Sierpień August	Wrzesień September	Razem Total
2002							
mm	44,5	78,8	53,7	38,2	85,5	32,7	333,4
°C	249	513	543	635	632	390	2982
2003							
mm	19,6	57,7	27,6	77,7	56,5	27,5	266,5
°C	224	487	591	611	470	301	2684

Sposób uprawy warunkował badane parametry życia biologicznego gleby (tab. 2 i tab. 3). Melioracyjna orka warstwowa w pierwszym roku uprawy silnie ograniczała rozwój bakterii celulolitycznych w całym profilu ornym zarówno w uprawie owsa, jak i kukurydzy (tab.2). Orka tradycyjna sprzyjała wzrostowi liczebności bakterii celulolitycznych w warstwie przypowierzchniowej w uprawie owsa. W uprawie kukurydzy w warstwie przypowierzchniowej korzystniejsze warunki pod tym względem wystąpiły w obiektach z siewem bezpośrednim, a na głębokości 10–25 cm w obiektach z orką pługiem z przedpłużkiem. Wydaje się, że zróżnicowanie to należy przypisać późniejszemu o dwa tygodnie pobraniu próbek spod kukurydzy, co w korzystnych warunkach termicznych i wilgotnościowych dało wzrost liczebności bakterii celulolitycznych w miejscach nagromadzenia materii organicznej.

W drugim roku zagospodarowania odłogu w glebie pod zbożami zastosowany sposób rekultywacji nadal różnicował liczebność bakterii celulolitycznych (tab. 3). Utrzymywał się silnie ograniczający wpływ melioracyjnej orki warstwowej, spowodowany głębokim umieszczeniem nagromadzonej materii organicznej. Siew bezpośredni ze swoją akumulacją materii organicznej przy powierzchni gleby powodował intensywniejszy rozwój bakterii celulolitycznych w porównaniu z

orką tradycyjną, a orka pługiem z przedpłużkiem hamowała ich rozwój, choć nie w tak dużym stopniu jak melioracyjna orka warstwowa.

Tabela 2. Liczebność bakterii celulolitycznych (jtk  $10^6 \text{ kg}^{-1}$ ) w glebie na dwóch głębokościach w warstwie ornej w zależności od sposobu uprawy w pierwszym roku zagospodarowania odłogu

Table 2. Size of cellulolytic bacteria (cfu  $10^6 \text{ kg}^{-1}$ ) of soil at two depths of the arable layer, depending on the way of cultivation in the first year of fallow management

Uprawa* Tillage*	Owies Oat		Kukurydza Maize	
	Głębokość Depth			
	0–10 cm	10–25 cm	0–10 cm	10–25 cm
sb	1,50	1,39	1,98	1,26
ow	0,81	0,38	0,80	0,62
o	1,79	1,28	1,46	1,27
pp	1,42	1,18	1,74	1,59
NIR LSD 0,05	0,34	0,23	0,23	0,18

\*sb – siew bezpośredni direct sowing

ow – orka warstwowa terracing

o – orka konwencjonalna conventional tillage

pp – pług z przedpłużkiem plough with skim coulter

Tabela 3. Liczebność bakterii celulolitycznych (jtk  $10^6 \text{ kg}^{-1}$ ) w glebie na dwóch głębokościach w zależności od sposobu uprawy w drugim roku zagospodarowania odłogu

Table 3. Size of cellulolytic bacteria (cfu  $10^6 \text{ kg}^{-1}$ ) of soil at two depths of the arable layer, depending on the way of cultivation in the second year of fallow management

Uprawa* Tillage*		Pszenżyto Triticale		Owies Oat	
		Głębokość Depth			
		0–10 cm	10–25 cm	0–10 cm	10–25 cm
2002	2003				
sb	sb	1,63	1,35	1,13	0,75
ow	o	0,43	0,35	0,28	0,20
o	o	0,93	0,68	1,18	0,83
o	sb	0,93	0,73	1,16	0,70
pp	o	0,50	0,56	0,70	0,53
pp	sb	0,48	0,53	0,75	0,58
NIR LSD 0,05		0,07	0,09	0,24	0,07

\*Wyjaśnienia w tabeli 2 \*Explanations in table 2

Wykonanie orki średniej i siewu bezpośredniego w drugim roku na obiektach, w których uprawę odłogu rozpoczęto orką tradycyjną i orką z pługiem z przedpłużkiem, nie powodowało zróżnicowania liczebności bakterii celulolitycznych. Większą aktywność także i innych bakterii glebowych w uprawach z siewem bezpośrednim udowadnia również Alvarez i in. [1995]. W badaniach Pabina i in. [2000] większą liczebność bakterii glebowych w stosunku do orki i siewu bezpośredniego stwierdzono w uprawie uproszczonej, gdzie stosowano kultywator na głębokość do 15 cm. W badaniach Runowskiej-Hryńczuk i in.

[1992] nad pogłębianiem miąższości profilu próchnicznego na piasku gliniastym lekkim, podobnie jak w badaniach przedstawianych, stwierdzono negatywny wpływ wyniesienia podglebia na rozwój bakterii i promieniowców glebowych, a w czteroletniej rotacji największą ich liczebność znajdowano na obiekcie podlegającym najmniejszym przekształceniom uprawowym.

O ograniczającym wpływie melioracyjnej orki warstwowej na intensywność przemian mikrobiologicznych w glebie świadczą niższe niż na pozostałych uprawach wartości respiracji glebowej w pierwszym i drugim roku uprawy (tab. 4 i tab. 5). Największą zdolność respiracyjną gleby w pierwszym roku uprawy pod owsem w całym profilu ornym, a pod kukurydzą w wierzchniej warstwie, stwierdzano w obiektach uprawianych pługiem z przedpłużkiem. Większe zróżnicowanie w oddychaniu glebowym wystąpiło na głębokości do 10 cm, a zdolność respiracyjną w zależności od uprawy można ułożyć w szereg: pług z przedpłużkiem > orka tradycyjna > siew bezpośredni > melioracyjna orka warstwowa.

Tabela 4. Zdolność respiracyjna gleby ( $\text{cm}^3 \text{O}_2 \text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ ) gleby na dwóch głębokościach w zależności od sposobu uprawy w pierwszym roku zagospodarowania odłogu  
Table 4. Respirability of soil ( $\text{cm}^3 \text{O}_2 \text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ ) of soil at two depths, depending on the way of cultivation in the first year of fallow management

Uprawa* Tillage*	Owies Oat		Kukurydza Maize	
	Głębokość Depth			
	0–10 cm	10–25 cm	0–10 cm	10–25 cm
sb	660	528	390	331
ow	528	483	324	239
o	758	483	343	299
pp	834	578	460	339
NIR LSD 0,05	42	83	29	58

\*Wyjaśnienia w tabeli 2 \*Explanations in table 2

Tabela 5. Zdolność respiracyjna ( $\text{cm}^3 \text{O}_2 \text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ ) gleby na dwóch głębokościach w zależności od sposobu uprawy w drugim roku zagospodarowania odłogu  
Table 5. Respirability ( $\text{cm}^3 \text{O}_2 \text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ ) of soil at two depths, depending on the way of cultivation in the second year of fallow management

Uprawa* Tillage*		Pszenżyto Triticale		Owies Oat	
		Głębokość Depth			
		0–10 cm	10–25 cm	0–10 cm	10–25 cm
2002	2003				
sb	sb	692	564	994	723
ow	o	523	416	633	564
o	o	846	504	843	761
o	sb	851	511	854	757
pp	o	688	458	822	711
pp	sb	683	443	828	723
NIR LSD 0,05		62	84	148	114

\*Wyjaśnienia w tabeli 2 \*Explanations in table 2

W drugim roku uprawy korzystniejsze warunki metabolizmu mikroorganizmów glebowych wystąpiły w obiektach z pszenżytem, gdzie rekultywację rozpoczęto tradycyjną orką, a pod uprawami rozpoczynającymi się pługiem z przedpłużkiem i siewem bezpośrednim nie odnotowano różnic. Jeszcze bardziej zatarły się różnice między obiektami w oddychaniu glebowym pod owsem, gdzie udowodnioną niższą wartością tego parametru stwierdzono tylko dla melioracyjnej orki warstwowej. Wprowadzenie siewu bezpośredniego w drugim roku po orce tradycyjnej i orce pługiem z przedpłużkiem nie spowodowało zróżnicowania w oddychaniu glebowym.

Doniesienia co do zdolności respiracyjnej gleby w zależności od sposobu uprawy często są sprzeczne. Alvarez i in. [1995] zauważają, że w warunkach klimatu ciepłego, z ograniczoną ilością opadów, wprowadzenie siewu bezpośredniego po uprawie orkowej sprzyja wzrostowi respiracji glebowej, Malicki i in. [1998] oraz Runowska-Hryńczuk i in. [2000] dla naszych warunków klimatycznych, podobnie jak w prezentowanych badaniach, stwierdzają wyższe wartości respiracji glebowej przy tradycyjnej orce w porównaniu z siewem bezpośrednim. Lepszych warunków rozwoju mikroorganizmów glebowych w uprawie płużnej można upatrywać w fakcie, że w porównaniu z siewem bezpośrednim w wierzchniej warstwie profilu ornego stwierdza się większą zawartość azotanów [Halvorson i in. 2001]. Zauważono także, że ilość materii organicznej pozostającej po uprawie zbóż zmienia się w zależności od sposobu uprawy na różnych glebach. Kraska i Pałys [2003] na piasku gliniastym znajdowali więcej resztek poźniwnych po uprawie orkowej. Natomiast na rędzinie Pałys i Kuraszkiewicz [1999] uzyskali większy przyrost masy korzeniowej w uprawach bez orki odwracalnej.

Tabela 6. Plony roślin ( $t\ ha^{-1}$ ) w pierwszym i drugim roku w zależności od sposobu uprawy wieloletniego odłogu

Table 6. Yields ( $t\ ha^{-1}$ ) depending on the way of cultivation in the first and second year of fallow management

Uprawa* Tillage*		Plon Yield			
		2002		2003	
		Owies Oat	Kukurydza Maize	Pszenżyto Triticale	Owies Oat
2002	2003				
sb	sb	5,27	1,82	3,57	3,26
ow	o	4,34	2,04	3,14	3,02
o	o			4,06	3,10
o	sb	5,36	2,90	3,92	3,33
pp	o			4,33	3,64
pp	sb	5,36	3,68	3,68	3,18
NIR LSD 0,05		0,82	0,93	0,75	0,44

\*Wyjaśnienia w tabeli 2 \*Explonations in table 2

W pierwszym roku zagospodarowania odłogu owies dużo lepiej plonował od kukurydzy (tab. 6). Złe plonowanie kukurydzy uwarunkowane było nie tylko mniej korzystnym dla tej rośliny przebiegiem pogody, lecz także niespełnionym założeniem możliwości totalnego zwalczania zachwaszczenia w tej uprawie. Zastosowanie herbicydu we właściwej fazie rozwojowej kukurydzy tylko częściowo ograniczyło zachwaszczenie. W późniejszych fazach rozwojowych brak zagęszczenia ładu spowodował możliwość rozwoju zachwaszczenia z diaspor rozłogowych. Melioracyjna orka warstwowa, stosowana w uprawie odłogu, obniżała plonowanie owsa i kukurydzy w porównaniu z orką tradycyjną i pługiem z przedpłużkiem.

Zaskakująco dobre rezultaty w plonowaniu owsa, nie różniące się istotnie od osiągniętych w obiektach z orką, uzyskano w obiektach z siewem bezpośrednim. W uprawie kukurydzy siew bezpośredni w pierwszym roku ograniczał plonowanie. Negatywny wpływ na plonowanie pszenżyta i owsa uprawy melioracyjną orką warstwową utrzymywał się w drugim roku przy tradycyjnej uprawie. Stosowanie siewu bezpośredniego nie spowodowało udowodnionych różnic w plonowaniu obu zbóż w porównaniu z orką tradycyjną choć tendencje do spadku plonu po uprawie w pierwszym roku pługiem z przedpłużkiem były dość wyraźne. Zadowolające, bo nieróżniące się istotnie od uzyskiwanych w uprawie tradycyjnej plony pszenżyta i owsa osiągnięto przy wyłącznym stosowaniu siewu bezpośredniego.

Przydatność owsa w uprawie „nowin” potwierdzają badania Harasimowicza i in. [1998], które wykazały szczególną jego zdolność w ograniczaniu ekspansji zachwaszczenia. Priorytetowe znacznie „właściwego doboru rośliny uprawnej zdolnej skutecznie konkurować z chwastami” stwierdzili Malicki i Podstawka-Chmielewska [1998] w badaniach nad zmianami fitocenozy i właściwości glebowych rekultywowanych odłogów. Dobre efekty w pierwszym roku uprawy żyta na odłogu uzyskał Dzienia [1998], przy czym wyższe plony osiągnano na orce tradycyjnej w porównaniu z uprawą uproszczoną i siewem bezpośrednim. Szymankiewicz [1995] w swych badaniach stwierdził także znaczny spadek plonów kukurydzy pod wpływem orki melioracyjnych, uproszczeń w uprawie i stosowania siewów bezpośrednich, mimo wystąpienia korzystnych zmian niektórych cech glebowych. Turley i in. [2003] w wieloletnich badaniach z różnymi sposobami postępowania ze słomą pozostającą na polu wykazali lepsze efekty w plonowaniu pszenicy w przypadku jej przyorywania, a stosowanie uproszczeń i siewu bezpośredniego zalecają po spaleniu słomy.



WNIOSKI

1. Stosowanie w zagospodarowaniu odłogu ork z przemieszczaniem wierzchniej warstwy ograniczało rozwój bakterii celulolitycznych i oddychanie glebowe wraz ze wzrostem głębokości przemieszczenia tej warstwy.

2. Ograniczenie intensywności uprawy odłogu powodowało wzrost liczebności bakterii celulolitycznych. Jednocześnie największe nasilenie przemian mikrobiologicznych, wyrażonych oddychaniem glebowym, stwierdzono po uprawie orką tradycyjną.

3. Siew bezpośredni zarówno w zagospodarowaniu odłogu jak i w drugim roku po uprawach orkowych pozwolił na osiągnięcie plonów zbliżonych do uzyskiwanych na uprawach tradycyjnych, a korzystne efekty w plonowaniu osiągnięto w pierwszym roku w uprawie owsa.

4. Głębokie umieszczenie wierzchniej warstwy powodowało spadek plonowania owsa, pszenżyta ozimego i kukurydzy, natomiast płytsze wymieszanie tej warstwy sprzyjało wzrostowi plonów.

PIŚMIENICTWO

- Alvarez R., Raul A., Diaz M., Barbero N., Oscar J., Santanatoglia O. J., Blotta L. 1995. Soil carbon microbial biomass and CO<sub>2</sub> – C production from three tillage systems. *Soil Till. Res.* 33, 17–28.
- Bender L. 1995. Rekultywacja terenów pogórnich w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 418, 75–87.
- Dzienia S., Wereszczaka J., Piskier T. 1998. Efektywność różnych sposobów uprawy odłogu. *Bibl. Fragm. Agron.* 5, 203–213.
- Dzieżyk J. 1974. Nawadnianie roślin. PWRiL, Warszawa.
- Halvorson A. D., Wienhold B. J., Black A. 2001. Tillage and nitrogen fertilization influences on grain and soil nitrogen in a spring wheat – fallow system. *Agron. J.* 93, 1130–1135.
- Kraska P., Pałys E. 2003. Wpływ systemów uprawy roli, poziomów nawożenia i ochrony na masę i skład chemiczny resztek poźniwnych jęczmienia jarego. *Annales UMCS, sec. E*, 58, 23–33.
- Krasowicz S., Filipiak K. 1998. Czynniki decydujące o regionalnym zróżnicowaniu odłogów w Polsce. *Bibl. Fragm. Agron.* 5, 25–35.
- Malicki L., Podstawka-Chmielewska E. 1998. Zmiany fitocenozy i niektórych właściwości gleby zachodzące podczas odłogowania oraz będące efektem zagospodarowania wieloletniego odłogu. *Bibl. Fragm. Agron.* 5, 97–115.
- Marks M., Nowicki J. 2000. Odłogi i ugory w Polsce. Cz. II. Sposoby zagospodarowania. *Fragm. Agron.* 65, 20–35.
- Pabin J., Włodek S., Biskupski A., Runowska-Hryńczuk B., Kaus A. 2000. Ocena właściwości fizycznych gleby i plonowania roślin przy zastosowaniu uproszczeń uprawowych. *Inżynieria Rolnicza* 6, 213–219.

- Rola J. 1995. Ekologiczno – gospodarcze skutki ugorów i odłogów w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418, 37–45.
- Rola J., Rola H. 1998. Ograniczenie zarastania chwastami segetalnymi i rederalnymi ugorów oraz odłogów. Bibl. Fragm. Agron. 5, 145–161.
- Runowska-Hryńczuk B. 1992. Przydatność wskaźników aktywności biologicznej gleby do oceny stanu jej żyzności. Pam. Puł. 100, 187–200.
- Runowska-Hryńczuk B., Hryńczuk B. 2000. Właściwości biologiczne gleby w zależności od techniki uprawy roli. Inżynieria Rolnicza 6, 133–139.
- Sienkiewicz J., Żurawski H., Pantera H., Pabin J., Jabłoński W. 1984. Wpływ wglębnego przemieszczania warstwy próchnicznej na niektóre właściwości gleby piaskowej. Roczn. Gleb. 35, 141–151.
- Skrzypczak G., Bleharczyk A., Majchrzak L., Piechota T. 1998. Sposoby zagospodarowania (przywracania do użytkowania rolniczego) gruntów czasowo wyłączonych z użytkowania. Bibl. Fragm. Agron. 5, 189–203.
- Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Hochół T., Łabza T. 1998. Wpływ jednorocznego okresu wyłączenia pola z uprawy, na zapas nasion chwastów w glebie i zachwaszczenie ładu. Bibl. Fragm. Agron. 5, 161–171.
- Szymankiewicz K. 1995. Wpływ sposobów uprawy roli na dynamikę zapasu wody, żyzność gleby i plonowanie kukurydzy. Mat. Konf. Nauk. Siew bezpośredni w teorii i praktyce. Szczecin-Barzkowice 12 czerwca. Wyd. AR Szczecin, 89–107.
- Turley D.B., Phillips M.C., Johnson P., Jones A.E., Chambers B.J. 2003. Long-term straw management effects on yields of sequential wheat (*Triticum aestivum* L.) crops in clay and silty clay loam soil in England. Soil Till. Res. 71, 59–69.
- Zawiślak K., Rychcik B. 2002. Racjonalna gospodarka polowa w krajobrazie północno-wschodniej Polski. Fragm. Agron. 2, 16–31.